

Белорусский государственный университет

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ А.Л. Толстик

\_\_\_\_\_  
(дата утверждения)

Регистрационный № УД-\_\_\_\_\_/баз.

## **РАДИАЦИОННАЯ И ЯДЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

**Учебная программа для специальности**

**1-31 05 01 Химия (по направлениям)**

Направления специальности:

1-31 05 01-01 12 Химия (научно-производственная деятельность,  
специализация радиационная химия)

1-31 05 01-01 13 Химия (научно-производственная деятельность,  
специализация радиохимия)

Минск  
2012 г.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

**Кимленко Ирина Михайловна**, доцент кафедры радиационной химии и химико-фармацевтических технологий Белорусского государственного университета, кандидат химических наук, доцент.

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

**Юркова Ирина Леонидовна**, ведущий научный сотрудник НИЛ свободнорадикальных процессов НИИ ФХП, доктор химических наук;  
**Савицкая Татьяна Александровна**, доцент кафедры физической химии БГУ, кандидат химических наук, доцент.

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой радиационной химии и химико-фармацевтических технологий  
Белорусского государственного университета  
(протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ 2012)

Учебно-методической комиссией химического факультета Белорусского  
государственного университета  
(протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ 2012)

Ответственный за редакцию: Кимленко И.М.

Ответственный за выпуск: Кимленко И.М.

## **1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

Развитие и использование ядерных технологий неразрывно связано с необходимостью обеспечения и совершенствования системы безопасности.

Конечной целью любого вида безопасности является сохранение здоровья, продолжительности и качества жизни человека, процветание экономики, благополучие окружающей среды. На достижение этой цели направлено, в том числе, обеспечение ядерной и радиационной безопасности.

Вопросам обеспечения ядерной и радиационной безопасности уделяется особое внимание во всем мире как на национальном, так и международном уровнях. Они являются основным предметом деятельности таких международных организаций, как Международное Агентство по атомной энергии (МАГАТЭ), Международная Комиссия по радиологической защите (МКРЗ), обобщающие мировой опыт эксплуатации ядерных объектов и результаты научно-исследовательских и конструкторских работ.

**Цель преподавания дисциплины:** формирование комплексной системы знаний, необходимых для обеспечения безопасной и эффективной работы предприятий ядерного топливного цикла, а также безопасного проведения научных исследований в области ядерных технологий.

### **Задачи курса:**

- рассмотреть принципы и способы обеспечения ядерной и радиационной безопасности, современное состояние обеспечения безопасности на предприятиях атомной отрасли в мире;
- ознакомить студентов с требованиями государственных гарантий обеспечения ядерной и радиационной безопасности в соответствии с международными стандартами;
- рассмотреть принципы культуры безопасности и их практическую реализацию при выполнении радиационно-опасных работ.

### **В результате изучения дисциплины обучаемый должен знать:**

- различия понятий «ядерная безопасность» и «радиационная безопасность», носители опасности и их проявления в различных процессах;
- принципы и нормы радиационной безопасности;
- принципы и специальные критерии обеспечения ядерной безопасности;
- роль науки и международного сотрудничества в обеспечении безопасности;
- методы государственного управления безопасностью в атомной отрасли;
- особенности организации работ, связанных с использованием ионизирующих излучений, и на предприятиях ЯТЦ;
- важнейшие способы защиты от воздействия ионизирующих излучений;

- мероприятия, проводимые на зарубежных АЭС и объектах ядерного топливного цикла для обеспечения безопасности.

**Обучаемый должен уметь:**

- оценить характер и величину опасности деятельности по использованию атомной энергии, регламентируемых международной шкалой ядерных событий (ИНЕС) и требованиями готовности и реагирования в случае ядерной и радиационной аварийной ситуации № GS-R-2;
- проводить расчет защиты от ионизирующих излучений;
- внедрять в свою практическую деятельность принципы «культуры безопасности» и пропагандировать безопасные методы работы;
- прогнозировать и предотвращать случаи нарушения норм радиационной безопасности.

Дисциплина «Радиационная и ядерная безопасность» базируется на знаниях и умениях, полученных студентами при изучении следующих дисциплин: «Введение в ядерную химию», «Радиохимия», «Ядерная физика», «Охрана труда», «Взаимодействие излучений с веществом», «Источники ионизирующих излучений», «Дозиметрия и защита от ИИ».

Курс «Радиационная и ядерная безопасность» носит междисциплинарный характер, поскольку включает социально-правовые вопросы, базируется как на классических науках (физике, химии, математике), так и на прикладных (гигиене труда, промышленной токсикологии и др.).

Программа курса рассчитана на 54 часа, в том числе 34 аудиторных часа, включающих 20 часов лекций, и 20 часов самостоятельной работы. Контроль самостоятельной работы студентов может осуществляться в ходе текущего и итогового контроля знаний в форме устного опроса, письменной контрольной работы (как в традиционном, так и тестовом вариантах). По окончании курса студенты сдают зачет.

**ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН**

<b>№ темы</b>	<b>Наименование разделов и тем</b>	<b>Всего</b>	<b>Лекции</b>	<b>Лабораторные занятия</b>	<b>Сем. занятия</b>
1.	Ядерная и радиационная безопасность – понятия и круг проблем.	2	2		
2.	Международное сотрудничество в области ядерной и радиационной	4	2		2

	безопасности.				
3.	Национальная политика в области ядерной и радиационной безопасности.	2	2		
4.	Культура ядерной и радиационной безопасности.	2	2		
5.	Общие вопросы радиационной безопасности.	4	4		
6.	Проектирование и расчет защиты от ИИ.	4	2		2
7.	Безопасность в атомной отрасли.	5	3		2
8.	АЭС: от принятия решения до безопасной эксплуатации.	5	3		2

## 2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

**Ядерная и радиационная безопасность – понятия и круг проблем.** Предмет, задачи и содержание курса. Терминология. Эволюция понятия безопасности ядерных технологий. Радиационно-опасные объекты. Классификация ядерных материалов. Характер аварии на атомных станциях и предприятиях ЯТЦ. Экологические риски современных ядерных технологий в нормальном режиме эксплуатации в сравнении с другими техногенными экологическими рисками. Оценка потенциальной безопасности ядерных технологий в будущем с учетом перспектив широкомасштабного развития атомной энергетики. Место атомной энергетики в реализации стратегии устойчивого развития.

**Международное сотрудничество в области ядерной и радиационной безопасности.** Необходимость глобального сотрудничества. Основные этапы международных инициатив по мирному использованию энергии ядра, предотвращению распространения и использования ядерного оружия. Важнейшие международные организации и их задачи (МАГАТЭ, Всемирная Ассоциация операторов атомных электростанций, Всемирная ядерная

Ассоциация, Агентство по ядерной энергии, Международное энергетическое Агентство, Европейское Сообщество по атомной энергии, Европейский ядерный энергетический Форум, Управление Европейской Комиссии по энергетике, Всемирный Ядерный Университет, Ассоциация Европейской сети ядерного образования, Азиатская Сеть ядерного образования).

Международные инициативы по развитию инновационных ядерно-энергетических систем: Международный Форум Generation IV, Международный проект по инновационным ядерным реакторам и топливным циклам.

Международная шкала ядерных и радиационных событий. Требования готовности и реагирования в случае ядерной и радиационной аварийной ситуации № GS-R-2.

**Национальная политика в области ядерной и радиационной безопасности.** Концепция государственного управления обеспечением безопасности в атомной отрасли. Законодательство Республики Беларусь по обеспечению радиационной безопасности. Нормы радиационной безопасности НРБ-2000. Основные санитарные правила работы с источниками ионизирующего излучения. Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов в продуктах питания. Закон РБ «О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на ЧАЭС». Закон РБ «О радиационной безопасности населения».

**Культура ядерной и радиационной безопасности.** Принципы культуры безопасности. Способы обеспечения безопасности. Этапы развития культуры безопасности. Система самоконтроля “STAR”. Поведение и ошибки персонала. Типовая модель снижения уровня безопасности. Культура отчетности. Корпоративная культура. Роль системы менеджмента качества в достижении культуры безопасности.

**Общие вопросы радиационной безопасности.**

Базисные и фантомные дозиметрические величины.

Фоновое облучение. Доза от внешнего космического излучения, внешнего фотонного излучения почвы, излучения воздуха. Доза внутреннего облучения от космогенных радионуклидов, от радионуклидов земного происхождения.

Техногенно измененный радиационный фон. Радиационный фон от искусственных источников.

Нормы радиационной безопасности. Основные определения. Концепция нормирования радиационного облучения (радиационно-гигиенический и экологический принципы). Цена риска в системе обеспечения радиационной безопасности. Современные принципы нормирования облучения человека. Принцип ALARA и его практическая реализация. Основные категории

облучаемых лиц. Понятия «критическая группа», «квота». Защита временем, количеством, расстоянием. Виды защит.

Организация работ с ИИИ (работы с закрытыми источниками излучения и устройствами, генерирующими ИИ, работы с открытыми источниками излучения (радиоактивными веществами). Основные правила обращения с РАО. Методы и средства индивидуальной защиты и гигиены. Радиационный контроль при работе с техногенными источниками излучения.

Мероприятия по радиационной защите и обеспечению радиационной безопасности (система радиационного мониторинга, санитарно-гигиенические мероприятия). Ограничение облучения населения в условиях радиационной аварии. Вмешательство и его уровни. Задачи службы радиационной безопасности.

**Проектирование и расчет защиты от ИИ.** Характеристики гамма-излучающего радионуклида (гамма-постоянная, гамма-эквивалент, керма-эквивалент). Характеристики некоторых радионуклидов как гамма-излучателей. Основное условие проектирования защиты. Инженерные методы расчета защиты от первичного гамма-излучения радионуклидов. Универсальные таблицы Гусева, расчет защит с помощью номограмм, по слоям ослабления, методом конкурирующих линий. Точечный, линейный, дисковой, цилиндрический объемный источник и расчет необходимой толщины защиты. Расчет защиты от рассеянного гамма-излучения. Защитные материалы от фотонного излучения.

Защита от тормозного излучения бета-частиц. Формула Виарда.

Прохождение излучения через неоднородности в защите. Лабиринт как один из методов защиты.

Защита от радиоактивных веществ, образующихся в воздухе под действием тормозного излучения.

Защита от вредных веществ, образующихся в воздухе под действием ИИ.

**Безопасность в атомной отрасли.** Регулирование добычи и транспортировки радиоактивных материалов. Основы безопасной перевозки радиоактивных веществ. Физическая защита предприятий ЯТЦ. Глубокоэшелонированная защита. Опыт нормализации аварийной обстановки на ядерных энергетических установках.

Ядерная и радиационная безопасность научных центров, предприятий ЯТЦ.

Ядерная и радиационная безопасность при утилизации атомных подводных лодок, проблемы береговых баз ВМФ. Ядерная безопасность оружейного комплекса.

Международная ядерная торговля.

**АЭС: от принятия решения до безопасной эксплуатации.** Проектирование и строительство АЭС. Стандартизация конструкции реакторов. Источники радиоактивного загрязнения при нормальной работе АЭС (продукты деления, продукты активации, РАО). Радиационная безопасность на АЭС (нормальная

эксплуатация, ликвидация последствий аварийных ситуаций, ремонт поврежденного оборудования, вывод из эксплуатации). Санитарно-защитная зона. Зона наблюдения. Общие принципы организации банка данных о радиационном состоянии АЭС и окружающей ее среды. Пути улучшения радиационной обстановки на АЭС. Белорусская АЭС: оценка воздействия на окружающую среду.

### **3. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

#### **Рекомендуемая литература**

1. А.А. Андрианов, Ю.В. Коровин, В.М. Муругов. Ядерная энергетика – основа энергетической безопасности в будущем. - Москва, 2010. – 304 с.
2. А.М. Агапов, Г.А. Новиков. О ядерной и радиационной безопасности: современные представления, состояние, задачи и методы обеспечения. – Москва, 2008. – 428 с.
3. А.М. Агапов, Г.А. Новиков. Культура ядерной и радиационной безопасности: государственные гарантии, идеология, принципы и способы реализации. – СПб., 2010. – 864 с.
4. И. Н. Бекман. «Уран». Учебное пособие. Вена, 2008, Москва, 2009.
5. W.D. Loveland, D.J. Morrissey, G.T. Seaborg. Modern Nuclear Chemistry, 2006.
6. Беспалов В.И. Лекции по радиационной защите: учебное пособие. - Томск, 2011. – 348 с.
7. Радиационная безопасность: учеб. пособие / под ред. Стражева В.И. – Мн., 1999. – 280 с.
8. Кутьков В.А., Поленов Б.В., Черкашин В.А. Радиационная безопасность и радиационный контроль: учебное пособие, в 2-х томах. – Обнинск, 2008.
9. Отчет об ОВОС. Пояснительная записка. – Мин. Энергетики РБ, 2010.

#### **Примерная тематика семинарских занятий**

1. Расчет защиты от ионизирующего излучения.
2. Мероприятия, проводимые на зарубежных АЭС и объектах ядерного топливного цикла для обеспечения безопасности.
3. Радиационный мониторинг. Белорусская АЭС: оценка воздействия на окружающую среду.
4. Роль науки и международного сотрудничества в обеспечении ядерной и радиационной безопасности.